

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-201777

(43)Date of publication of application : 09.08.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/1343

(21)Application number : 07-012138

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 30.01.1995

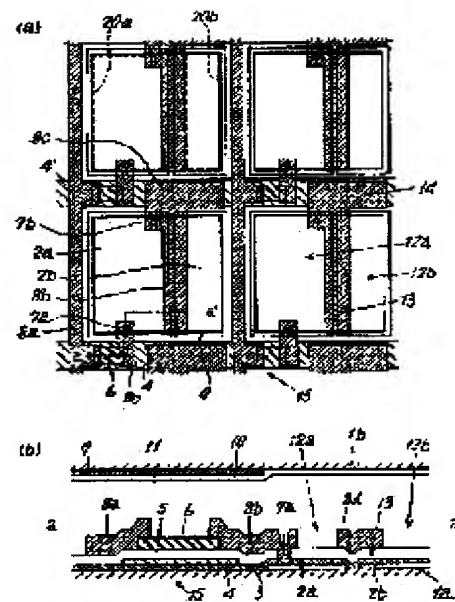
(72)Inventor : UNO MITSUHIRO
TAKUBO YONEJI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve gradation display performance observed particularly from the main viewing angle in an active matrix type liquid crystal display device.

CONSTITUTION: Liquid crystals 11 are held between two sheets of substrates 1a and 1b and pixels are arranged in a matrix form on the plane of this substrate 1a. These pixels are formed of plural subpixels 12a, 12b and have means for impressing voltages of the magnitude varying from each other on the respective liquid crystal layers constituting these plural sub-pixels 12a, 12b. The display area ratios of the plural sub-pixels 12a, 12b of the pixels and the driving voltage differences of the light quantity-signal voltage characteristics of the respective sub-pixels 12a, 12b are so set that the light quantity-signal voltage characteristics at an angle of inclination of 0 to 40° from the perpendicular of the substrate 1a along the major axis direction of the liquid crystal molecules existing in the middle of the liquid crystal layers at the time of no-voltage impression decrease monotonously.



*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A liquid crystal is pinched by two substrates and a pixel is arranged by matrix form on a flat surface of said substrate, Said pixel is formed by two or more sub-picture elements, and it has a means to impress voltage of a mutually different size to each liquid crystal layer which constitutes said two or more sub-picture elements, The light volume-signal-level characteristic which an angle of inclination from an altitude of said substrate along a major axis direction of a liquid crystal element located in the middle of a liquid crystal layer at the time of impressing no voltage observed from a position which are 0 degree - 40 degrees Monotone decreasing. Or a liquid crystal display characterized by setting up a driver voltage difference of a display surface product ratio of two or more sub-picture elements of said pixel, and the light volume-signal-level characteristic of each sub-picture element so that a monotone increase may be carried out.

[Claim 2]The liquid crystal display according to claim 1, wherein a pixel comprises two sub-picture elements.

[Claim 3]In $V < 1.0$ gamma of $-0.5 V < \text{gamma} - \text{delta}$, driver voltage difference $\text{delta}V$ of the light volume-signal-level characteristic observed from a device transverse plane of two sub-picture elements is $=|V10 - V90| \text{delta}V = V50' - V50$ (here). In the light volume-signal-level characteristic of a sub-picture element of a direction that voltage with $V10$, $V50$, and $V90$ is impressed, [high to a liquid crystal layer] Are a signal level which will be 10%, 50%, and 90% to the maximum light volume, and similarly $V50'$, The liquid crystal display according to claim 2 setting as the range of being a signal level which will be 50% to the maximum light volume in the light volume-signal-level characteristic of a sub-picture element of a direction that low voltage is impressed to a liquid crystal layer.

[Claim 4]The liquid crystal display according to claim 3, wherein a range of a display surface product ratio of two sub-picture elements is 9:1 to 6:4.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the composition which improves the visual angle characteristic in a liquid crystal display.

[0002]

[Description of the Prior Art]First, the composition of the liquid crystal display driven using drawing 11 and drawing 12 by the conventional thin film transistor (referred to as TFT) array substrate is shown. The sectional view which set drawing 11 (a) to the plane constitution figure of the TFT-liquid-crystal display, set drawing 11 (b) to drawing 11 (a), was cut by a-a' and b-b', and was seen from the transverse direction, and drawing 12 are the representative circuit schematics of 1 pixel of this TFT-liquid-crystal display.

[0003]A manufacturing method forms first the transparent electrode 2 which drives the liquid crystal of the pixel 12 on the clear glass board 1a. Next, the silicon oxide 3 is made to deposit as an insulator. And the gate electrode 4 is formed with metal, such as chromium. And the silicon nitride film 5 which works as gate dielectric film of TFT15 is made to deposit on it. Next, the semiconductor layer 6 which constitutes TFT15 is formed. With the voltage impressed to the gate electrode 4, the resistance changes and the semiconductor layer 6 gives the function as a switch element. Next, the contact holes 7a and 7b are opened in the insulating film layer of the silicon oxide 3 on the transparent electrode 2, and the silicon nitride film 5, and some transparent electrodes 2 are exposed. Next, the source electrode 8a, the drain electrode 8b, and the additional-capacities electrode 8c are simultaneously formed using metal, such as aluminum. At this time, via the contact hole 7a opened on the transparent electrode 2, the drain electrode 8b is formed so that the drain electrode 8b and the transparent electrode 2 may connect, and in a similar manner, via the contact hole 7b, it is formed so that the additional-capacities electrode 8c and the transparent electrode 2 may connect. The additional capacities 14 are formed between the additional-capacities electrode 8c and gate electrode 4' of the preceding paragraph, and these additional capacities 14 serve as composition arranged in parallel with the pixel 12. A TFT array substrate is completed by the above process. Another substrate 1b with which the black stripe 9 was formed in part, and the transparent electrode 10 deposited this substrate on the whole surface after that, and the gap of about 5 micrometers are formed and pasted together, and the liquid crystal 11 is poured in in between. and a polarizing plate is arranged on the each outside of two substrates.

[0004]Next, the drive method of the conventional TFT-liquid-crystal display is explained using drawing 13. TFT15 will work as a switch element and TFT15 on this gate electrode 4 will be in an ON state by pulse signal V (G) inputted into the gate electrode 4. And the signal V (S) supplied to the source electrode 8a is supplied to the pixel 12 via TFT15 used as this ON state. The fixed voltage V (Com) is impressed to the transparent electrode 10 of another substrate 1b. As a result, the arbitrary voltage Vlc is impressed between the pixel 12 and the transparent electrode 10, the array state of the liquid crystal element 11 which intervenes with the size of that voltage changes, and the polarization direction of the light which passes this liquid crystal layer changes. The polarizing plate is arranged respectively at the outside of two substrates. Here, the

polarization axis of two polarizing plates explains the case where it is set up so that the angle to accomplish may be about 90 degrees. By this, when voltage is not impressed to a liquid crystal layer, it becomes the display of bright state, and when voltage is impressed, it becomes the display of a dark condition (***** is called no Moray white mode to such arrangement of a polarizing plate).

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]First, the visual angle characteristic of TFT-LCD in the former is explained. Drawing 14 shows the luminance property over the driver voltage of a liquid crystal display in the TFT-liquid-crystal display in the conventional no Moray white mode. Drawing 14 (a) shows the luminance property over driver voltage when it sees from the front ($\theta = 0$ degree) of a liquid crystal display, and drawing 14 (b) shows the luminance property over driver voltage when a viewpoint is leaned and seen to down [of a liquid crystal display] (it is called $\theta > 0$ degree and the main visual angle direction).

[0006]When the orientation directions 21a and 21b of the liquid crystal element of each substrate which the liquid crystal was pinched between the two clear glass boards 1a and 1b, and was regarded as down from the perpendicular direction of a substrate here as shown in the following figure of drawing 15 consider it as the direction of an arrow, The above figure (what showed the thing when voltage was impressed between two substrates and the liquid crystal element rose) which carried out splitting of the following figure in respect of a-a', and was seen from the transverse direction is defined as the time of leaning a viewpoint rightward. The viewing angle in this invention shows the degree of angle of inclination of the viewpoint from the altitude of a substrate.

[0007]As shown in drawing 14 (a), when indicating by 8 gradation in the conventional liquid crystal display, it sees from the front (0 degree) first, luminosity is considered as 8th grade division (B1, B-2, --, B8), and a voltage level (V1, V2, --, V8) is set up to each luminance level. On the other hand, while shifting a luminosity-driver voltage curve to the low driver voltage side compared with the time of $\theta = 0$ degree as shown in drawing 14 (b) when a viewpoint is leaned to the main visual angle direction, a new peak appears in the high driver voltage side. If the luminance level (B1', B-2', --, B8') to each voltage level is looked at in this state, the luminance level of B6' and B7' will be reversed according to the new peak which appeared in the high-tension side. This is called a tone reversal phenomenon and it is visually visible as a picture like the negative of a photograph. In high luminance parts (between B1' and B-2' etc.), the difference between luminance levels becomes large, and, on the other hand, the difference between luminance levels becomes small by a low luminance part. This is visible as a very dark picture in viewing compared with the picture seen from the transverse plane (it is called a black crushing phenomenon). As mentioned above, in the conventional liquid crystal display, when the viewpoint was leaned to the main visual angle direction, there was a problem that a gradation display got worse considerably.

[0008]This invention solves the above-mentioned problem and it aims at improving the gradation display performance observed especially from the main visual angle direction in an active matrix type liquid crystal display.

[0009]

[Means for Solving the Problem]In a liquid crystal display in no Moray white mode in order to solve an aforementioned problem, this invention, A liquid crystal is pinched by two substrates and a pixel is arranged by matrix form on a flat surface of said substrate, Said pixel is formed by two or more sub-picture elements, and it has a means to impress voltage of a mutually different size to each liquid crystal layer which constitutes said two or more sub-picture elements, The luminosity-voltage characteristic in 0 degree - 40 degrees of angles of inclination from an altitude of said substrate along a major axis direction of a liquid crystal element located in the middle in a liquid crystal layer in a section of said substrate Monotone decreasing. Or a display surface product ratio of each sub-picture element and a driver voltage difference of each sub-picture element are optimized so that a monotone increase may be carried out.

[0010]

[Function]Like drawing 2 in which the light volume-signal-level characteristic of the pixel which

observed the viewpoint from the main visual angle direction is shown by the above-mentioned composition, although the sub-picture element 1 is the same characteristic as the former, Let the sub-picture element 2 be the characteristic which shifted only arbitrary voltage to the high signal voltage (high driver voltage) side to the sub-picture element 1 by impressing low voltage to a liquid crystal layer using arbitrary means. By making the display surface product ratio of each sub-picture element into any value, the light volume of each sub-picture element is controlled. And the light volume of one pixel adds the light volume of these two sub-picture elements. Here, in each sub-picture element, the peak which causes a tone reversal phenomenon at the high signal voltage side exists. However, in order that the peak of each sub-picture element may negate mutually the characteristic of 1 pixel of adding these, it serves as a smooth curve which carries out monotone decreasing, for example. The tone reversal phenomenon observed conventionally is lost by this. In a 1-pixel light volume-signal-level curve, compared with the former, inclination becomes loose. As stated previously, a light volume-signal-level curve is shifted to the low signal-level (low driver voltage) side by leaning a viewpoint to the main visual angle direction. Since the shift amount of this voltage is not different from the conventional composition, when indicating by gradation, the light volume difference between each level of this invention becomes uniform compared with the difference of the light volume of each level of the conventional composition. The black crushing phenomenon observed conventionally is eased by this. In this invention, display performance is considerably improved in the viewing angle of the main visual angle direction compared with the former as mentioned above.

[0011]By the way, a thing given in JP,2-12,A, Two or more sub-picture elements which constitute a pixel are driven on white and two black levels using the white independent of a viewing angle, and a black level, and the number of the sub-picture elements which perform white or a black display performs the gradation display (display of a gray level) independent of a viewing angle. On the other hand, by setting two or more sub-picture elements which constitute a pixel as a suitable driver voltage difference and a display surface product ratio, the thing of this invention mainly improves the light intensity-signal-level characteristic of a lower visual angle direction, raises gradation display performance, and differs from the composition of the above-mentioned gazette.

[0012]

[Example]The 1st example is described with drawing 1 - 5. Drawing 1 is the light volume-signal-level characteristic of each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the transverse plane in the 1st example. Drawing 2 is the light volume-signal-level characteristic of each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the lower viewing angle of $\theta = 40$ degrees. The section lineblock diagram which set drawing 3 (a) to the plane constitution figure of the TFT-liquid-crystal display, set drawing 3 (b) to drawing 3 (a), was cut by a-a', and was seen from the transverse direction, and drawing 4 are the representative circuit schematics of 1 pixel of the TFT-liquid-crystal display. Drawing 5 is the light volume-signal-level characteristic of the TFT-liquid-crystal display observed in the range with a lower viewing angle of $\theta = 0-60$ degrees, drawing 5 (a) is the characteristic of this example, and drawing 5 (b) is the characteristic of the conventional TFT-liquid-crystal display.

[0013]The making process of this TFT-liquid-crystal display is explained making drawing 3 and drawing 4 refer to it first. First, the transparent electrode 2a and 2b which drive the liquid crystal of the sub-picture elements 12a and 12b are formed on the clear glass board 1a. Next, the silicon oxide 3 is made to deposit as an insulator layer. And the gate electrode 4 of TFT is formed with metal, such as chromium. And the silicon nitride film 5 which works as gate dielectric film of TFT15 is made to deposit on it. Next, the semiconductor layer 6 which constitutes TFT15 is formed. With the voltage impressed to the gate electrode 4, the resistance changes and the semiconductor layer 6 gives the function as a switch element. Next, the contact holes 7a and 7b are opened in the insulating film layer of the silicon oxide 3 on the transparent electrode 2a, and the silicon nitride film 5, and some transparent electrodes 2a are exposed. Next, the source electrode 8a, the drain electrode 8b, additional capacities, and the control capacity electrode 8d are simultaneously formed using metal, such as aluminum. At this time, via

the contact hole 7a opened on the transparent electrode 2a, the drain electrode 8b on the transparent electrode 2a is formed so that the drain electrode 8b and the transparent electrode 2a may connect. Via the contact hole 7b opened on the transparent electrode 2a, the additional capacities and the control capacity electrode 8d on the transparent electrode 2a are formed so that additional capacities and the control capacity electrode 8d, and the transparent electrode 2a may connect. The control capacity 13 is formed between additional capacities and the control electrode 8d, and transparent electrode 2b, and this control capacity 13 serves as composition connected with the sub-picture element 12b in series. The additional capacities 14 are formed between additional capacities and the control capacity electrode 8d, and gate electrode 4' of the preceding paragraph, and these additional capacities 14 serve as composition arranged in parallel with the sub-picture element 12a and the sub-picture element 12b. A TFT array substrate is completed by the above process. Another substrate 1b with which the black stripe 9 was formed in part, and the transparent electrode 10 deposited this substrate on the whole surface after that, and the gap of about 5 micrometers are formed and pasted together, and the liquid crystal 10 is poured in in between. And a polarizing plate is arranged so that the angle of two substrates which the polarization axis of two polarizing plates accomplishes outside respectively may be 90 degrees.

[0014]In this example, as shown in the equivalent circuit of drawing 4, the signal level (V_s) from the source electrode supplied to the sub-picture element 12a from TFT15 is supplied to a liquid crystal layer as it is. Since the sub-picture element 12b, on the other hand, serves as the composition that the control capacity 13 (C_c) formed between additional capacities, and the control capacity electrode 8d and transparent electrode 2b was connected with the pixel capacity 12b (C_{lc2}) in series, The signal level (V_s) supplied from TFT15 is divided into the control capacity 13 and the pixel capacity 12b, and low voltage is impressed to the pixel 12b as compared with the pixel 12a. When this is expressed with a formula, it is $V_{lc1}=V_s V_{lc2}=V_{sx} (C_c / (C_{lc2}+C_c))$.

It is set to a next door, as a result $V_{lc2}<V_{lc1}$. Therefore, the light volume-signal-level characteristic of the sub-picture element 2 that the voltage of low V_{lc2} is impressed shifts to the high signal voltage side.

[0015]Here, the ratio of $C_c:C_{lc2}$ (V_{50}) set up C_c so that it might be set to 9:5. This liquid-crystal-capacity C_{lc2} , that capacity value changes with the impressed voltage value of the arrangement of a liquid crystal element, i.e., the direction. C_{lc2} (V_{50}) is capacity value in case the light volume from the sub-picture element 12b will be 50% to the maximum light volume at the time of impressing no voltage (a liquid crystal element is arrangement almost in parallel with a substrate) here. As a result, in the light volume-signal-level characteristic observed from the front direction shown by drawing 1, driver voltage difference ΔV of the inclination γ and the sub-picture element 1 of the light volume-signal level of the sub-picture element 1, and the sub-picture element 2 was set up as follows.

[0016] $V=0.3v$ of $\gamma=V_{10}-V_{90}=1.3$ $V_{\Delta V}=V_{50'}-V_{50}=1.0V$ $\gamma-\Delta$ here V_{10} , V_{50} , and V_{90} , In the light volume-signal-level characteristic of the transverse plane of the sub-picture element 1, they are a signal level which will be 10%, 50%, and 90% to the maximum light volume at the time of impressing no voltage, and a signal level which will be 50% to the maximum light volume at the time of impressing no voltage in the light volume-signal-level characteristic of the transverse plane of the sub-picture element 2 in a similar manner.

[0017]The ratio of the display surface products 20a and 20b of the sub-picture element 1 and the sub-picture element 2 shown by drawing 3 (a) was set to 7:3. As a result, as shown in the light volume-signal-level characteristic with a lower viewing angle of $\theta=40$ degrees of drawing 2, the smooth characteristic which carried out monotone decreasing of the light volume-signal-level characteristic of 1 pixel of having doubled the sub-picture element 1 and the sub-picture element 2 is obtained. As shown in drawing 5, in the characteristic of the conventional TFT-liquid-crystal display of drawing 5 (b), it turns out that it is canceled in all the angles as by performing this example shows the tone reversal phenomenon observed in the range with a lower viewing angle of 0-60 degrees to drawing 5 (a).

[0018]As for this $\gamma-\Delta V$, the smooth characteristic to which the ratio of -0.2

$V_{\gamma-\Delta} < 0.8V$ and the display surface product of the sub-picture element 1 and the sub-picture element 2 carried out monotone decreasing of the light volume-signal-level characteristic of 1 pixel similarly in the range of 8:2 to 6:4 is obtained.

[0019] The tone reversal phenomenon observed conventionally is canceled by having the above composition. In a 1-pixel light volume-signal-level curve, compared with the former, inclination becomes loose. As stated previously, in the case where it indicates by gradation, the light volume difference between each gradation level in the viewing angle of the main visual angle direction becomes uniform compared with the former. The black crushing phenomenon observed conventionally is eased by this. By performing this example above, display performance is considerably improved in the viewing angle of the main visual angle direction compared with the former.

[0020] Next, the 2nd example is described with drawing 6 – 10. Drawing 6 is the light volume-signal-level characteristic of each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the transverse plane of the 2nd example. Drawing 7 is the light volume-signal-level characteristic observed from $\theta = 40$ degrees. Drawing 8 is a plane constitution figure of a TFT-liquid-crystal display, and drawing 9 is a representative circuit schematic of 1 pixel of the TFT-liquid-crystal display. Drawing 10 shows the signal waveform diagram which drives this TFT-liquid-crystal display.

[0021] The composition of this TFT-liquid-crystal display is explained making drawing 8 and drawing 9 refer to it first. The making process is the same as the 1st example. Two TFT15a and 15b are formed in one pixel in the 2nd example. And the sub-picture elements 12a and 12b linked to each TFT15a and 15b are formed. And the additional capacities 14a and 14b are further formed in each sub-picture elements 12a and 12b respectively. The additional capacities 14a and 14b are formed between the additional-capacities electrode 8c, 8c', and gate electrode 4' of the preceding paragraph.

[0022] Next, the drive method of this TFT-liquid-crystal display is explained with drawing 10. Here, the signal with which $V(G_n)$ is supplied to the gate electrode 4, the signal with which $V(G_{n-1})$ is supplied to gate electrode 4' of the preceding paragraph, the signal with which $V(S)$ is supplied to the source electrode 8a, and $V(lc)$ show the signal wave form impressed to each sub-picture element. TFT15a and 15b will work as a switch element, and TFT15a on this gate electrode and 15b will be in an ON state by pulse signal $V(G_n)$ supplied during the four gate electrode T2. And the signal $V(S)$ supplied to the source electrode 8a is respectively supplied to the pixels 12a and 12b in a similar manner via TFT15a used as this ON state, and 15b. Next, $V(lc)$ changes with the modulating signals of the signal $V(G_{n-1})$ supplied to gate electrode 4' of the preceding paragraph in the end of the period of T3. And this variation is dependent on the size of additional-capacities C_{st1} of each sub-picture element, C_{st2} , liquid-crystal-capacity C_{lc1} , C_{lc2} , capacity C_{gd1} between gate drains, and C_{gd2} . By changing ones of these values by the sub-picture elements 1 and 2, the pressure value impressed to the liquid crystal of each sub-picture element can be changed like V_{lc1} and V_{lc2} . Voltage V_{lc1} impressed to each sub-picture element and V_{lc2} can be expressed with the following formulas.

[0023]

$V_{lc1} = V_s + (C_{st1}/C_{total1}) \times V_{ge}$ $C_{total1} = C_{st1} + C_{lc1} + C_{gd1}$ $V_{lc2} = V_s + (C_{st2}/C_{total2}) \times V_{ge}$
 $C_{total2} = C_{st2} + C_{lc2} + C_{gd2}$ — here — $V_{ge} = 12V$. (C_{st1}/C_{total1}) It was set as $= 0.53$ and $= (C_{st2}/C_{total2}) 0.29$. As a result, driver voltage difference ΔV of the inclination γ and the sub-picture element 1 of the light volume-signal level of the sub-picture element 1, and the sub-picture element 2 observed from the transverse plane shown by drawing 6 was set up as follows.

[0024] The ratio of $\gamma = V_{10} - V_{90} = 1.7$ $V_{\Delta V} = V_{50'} - V_{50} = 1.5V$ $\gamma - \Delta V = 0.2V$ and the display surface products 20a and 20b of the sub-picture element 1 and the sub-picture element 2 shown by drawing 8 was set to 8:2.

[0025] As for this $\gamma - \Delta V$, the smooth characteristic to which $-0.4 V_{\gamma - \Delta V} < 0.6V$ and the ratio of the display surface products 20a and 20b carried out monotone decreasing of the light volume-signal-level characteristic of 1 pixel similarly in the range of 9:1 to 7:3 is obtained.

[0026]The tone reversal phenomenon observed conventionally is lost by having the above composition. In a 1-pixel light volume-signal-level curve, compared with the former, inclination becomes loose. As stated previously, when indicating by gradation, the light volume difference between each level becomes uniform compared with the difference of the light volume of each level of the conventional composition. The black crushing phenomenon observed conventionally is eased by this. By performing this example above, display performance is considerably improved in the viewing angle of the main visual angle direction compared with the former.

[0027]

[Effect of the Invention]As mentioned above, by setting two or more sub-picture elements which constitute a pixel as a suitable driver voltage difference and a display surface product ratio, in the viewing angle of the main visual angle direction, it is improved, the light intensity-signal-level characteristic can improve display performance considerably compared with the former, and, according to this invention, the tone reversal phenomenon observed conventionally is lost. When a 1-pixel light volume-signal-level curve becomes loose and inclination indicates by gradation compared with the former, the light volume difference between each level becomes uniform compared with the difference of the light volume of each level of the conventional composition. The black crushing phenomenon observed conventionally is eased by this. The liquid crystal display of this invention can be produced by the almost same conventional method, and in order to realize this liquid crystal display, there is almost no increase in cost.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The light volume-signal-level characteristic figure from each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the transverse plane in the 1st example of this invention

[Drawing 2]The light volume-signal-level characteristic figure of each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the lower viewing angle of $\theta = 40$ degrees in the 1st example of this invention

[Drawing 3]At the 1st example of this invention, as for (a), the plane constitution figure of a TFT-liquid-crystal display and (b) are the section lineblock diagram which was cut by a-a' and seen from the transverse direction in (a).

[Drawing 4]The representative circuit schematic of 1 pixel which is a TFT-liquid-crystal display in the 1st example of this invention

[Drawing 5]It is the light volume-signal-level characteristic (what expanded the scale of the vertical axis and expanded the tone reversal part) observed in the range with a lower viewing angle of $\theta = 0-60$ degrees, and as for (a), it is the 1st example of this invention and (b) is a characteristic figure of the conventional TFT-liquid-crystal display.

[Drawing 6]The light volume-signal-level characteristic figure of each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the transverse plane in the 2nd example of this invention

[Drawing 7]The light volume-signal-level characteristic figure of each pixel of the TFT-liquid-crystal display observed from the lower viewing angle of $\theta = 40$ degrees in the 2nd example of this invention

[Drawing 8]The plane constitution figure which is a TFT-liquid-crystal display in the 2nd example of this invention

[Drawing 9]The representative circuit schematic of 1 pixel which is a TFT-liquid-crystal display in the 2nd example of this invention

[Drawing 10]Each signal waveform diagram which drives a TFT-liquid-crystal display in the 2nd example of this invention

[Drawing 11]At a conventional example, as for (a), the plane constitution figure of a TFT-liquid-crystal display and (b) are the section lineblock diagram which was cut by a-a' and b-b' and was seen from the transverse direction in (a).

[Drawing 12]The representative circuit schematic of 1 pixel which is a TFT-liquid-crystal display in the 2nd example of this invention

[Drawing 13]Each signal waveform diagram which drives a TFT-liquid-crystal display by a conventional example

[Drawing 14]The mimetic diagram of the luminosity-driver voltage characteristic of the liquid crystal display observed at each angle of $\theta = 0$ degree and $\theta > 0$ degree by the conventional example

[Drawing 15]The mimetic diagram showing a viewpoint when measuring the visual angle characteristic of a liquid crystal display

[Description of Notations]

1a, 1b glass substrate

2a and 2b Transparent electrode

3 Silicon oxide
4 and 4' gate electrode
5 Silicon nitride film
6 Semiconductor membrane
7a and 7b Contact hole
8a Source electrode
8b, an 8b' drain electrode
8c and 8c' Additional-capacities electrode
8 d Additional capacities and control capacity electrode
9 Black matrix
10 Transparent electrode
11 Liquid crystal
12a and 12b Pixel (or pixel capacity)
13 Control capacity
14, 14a, and 14b Additional capacities
15, 15a, 15b thin film transistor (TFT)
20a The indicator of the sub-picture element 1
20b The indicator of the sub-picture element 2
21a and 21b The direction of the orientation treatment of a liquid crystal element

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-201777

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133 1/1343	5 7 5			

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-12138

(22) 出願日 平成7年(1995)1月30日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 宇野 光宏

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 田窪 米治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

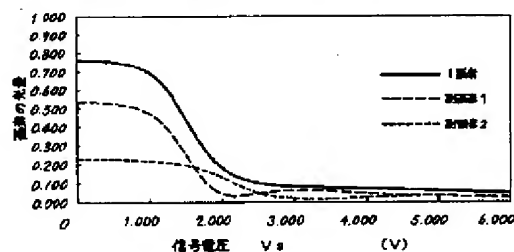
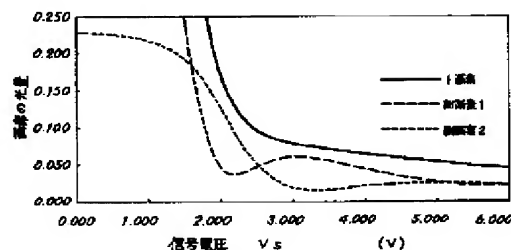
(74) 代理人 弁理士 森本 義弘

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【目的】 アクティブマトリクス型液晶表示装置において、特に主視角方向から観測した階調表示性能を改善することを目的とする。

【構成】 液晶が2枚の基板に挟持され、画素が該基板の平面上にマトリクス状に配列され、前記画素が複数の副画素で形成され、前記複数の副画素を構成する各々の液晶層に互いに異なる大きさの電圧を印加する手段を有し、電圧無印加時の液晶層の中間に位置する液晶分子の長軸方向に沿った、前記基板の垂線からの傾き角 $0^\circ \sim 40^\circ$ における光量-信号電圧特性が単調減少するように、前記画素の複数の副画素の表示面積比、および各副画素の光量-信号電圧特性の駆動電圧差を設定する。

(a) 画素の光量-信号電圧特性 ($\theta = 40^\circ$)(b) 画素の光量-信号電圧特性 ($\theta = 40^\circ$)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶が2枚の基板に挟持され、画素が前記基板の平面上にマトリックス状に配列され、前記画素が複数の副画素で形成され、前記複数の副画素を構成する各々の液晶層に互いに異なる大きさの電圧を印加する手段を有し、電圧無印加時の液晶層の中間に位置する液晶分子の長軸方向に沿った前記基板の垂線からの傾き角が $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の位置から観測した光量-信号電圧特性が単調減少または、単調増加するように、前記画素の複数の副画素の表示面積比、および各副画素の光量-信号電圧特性の駆動電圧差が設定されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 画素が、2つの副画素で構成されていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 2つの副画素の装置正面から観察した光量-信号電圧特性の駆動電圧差 ΔV が、

$$-0.5V < \gamma - \Delta V < 1.0$$

$$\gamma = |V10 - V90|$$

$$\Delta V = V50' - V50$$

(ここで、 $V10$ 、 $V50$ 、および $V90$ は、液晶層に高い電圧が印加される方の副画素の光量-信号電圧特性において、最大光量に対して10%、50%、および90%となる信号電圧であり、同様に $V50'$ は、液晶層に低い電圧が印加される方の副画素の光量-信号電圧特性において、最大光量に対して50%となる信号電圧である)の範囲に設定されていることを特徴とする請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 2つの副画素の表示面積比が、9:1から6:4の範囲であることを特徴とする請求項3記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、液晶表示装置においてその視角特性を改善する構成に関する。

【0002】

【従来の技術】まず、図11、図12を用いて従来の薄膜トランジスタ(TFTと呼ぶ)アレイ基板で駆動される液晶表示装置の構成を示す。図11(a)は、TFT液晶表示装置の平面構成図、図11(b)は、図11(a)において $a-a'$ 、および $b-b'$ で切断し横方向から見た断面図、図12は、本TFT液晶表示装置の1画素の等価回路図である。

【0003】作製方法は、まず透明ガラス基板1a上に、画素12の液晶を駆動する透明電極2を形成する。次に、絶縁体としてシリコン酸化膜3を堆積させる。そして、クロムなどの金属でゲート電極4を形成する。そして、TFT15のゲート絶縁膜として働くシリコン窒化膜5をその上に堆積させる。次に、TFT15を構成する半導体層6を形成する。半導体層6は、ゲート電極4に印加される電圧によってその抵抗値が変化し、スイ

ッチ素子としての機能を与える。次に、透明電極2の上のシリコン酸化膜3とシリコン窒化膜5の絶縁膜層にコンタクトホール7a、7bを開け、透明電極2の一部を露出させる。次に、アルミニウムなどの金属を用いて、ソース電極8a、ドレイン電極8b、付加容量電極8cを同時に形成する。このとき、ドレイン電極8bは、透明電極2の上に開けたコンタクトホール7aを介して、ドレイン電極8bと透明電極2が接続するように形成し、同様にコンタクトホール7bを介して、付加容量電極8cと透明電極2が接続するように形成する。また、付加容量電極8cと前段のゲート電極4'との間で付加容量14が形成され、この付加容量14は画素12と並列に配置された構成となる。以上の工程によって、TFTアレイ基板が完成する。その後本基板を、一部にブラックストライプ9が形成されかつ透明電極10が一面に堆積されたもう一つの基板1bと、約5 μ mのギャップを形成して張り合わせ、間に液晶11を注入する。そして、2枚の基板の各々外側に偏光板を配置する。

【0004】次に、図13を用いて、従来のTFT液晶表示装置の駆動方法を説明する。TFT15は、スイッチ素子として働き、ゲート電極4に入力されたパルス信号V(G)によってこのゲート電極4上のTFT15はオン状態となる。そして、ソース電極8aに供給された信号V(S)が、このオン状態となったTFT15を介して、画素12に供給される。もう一方の基板1bの透明電極10には、一定電圧V(Com)が印加されている。その結果、画素12と透明電極10の間に任意の電圧V1cが印加され、その電圧の大きさによって、介在する液晶分子11の配列状態が変化し、この液晶層を通過する光の偏光方向が変化する。2枚の基板の外側には各々偏光板が配置されている。ここでは、2枚の偏光板の偏光軸は、その成す角がほぼ90度となるように設定されている場合について説明する。これにより、液晶層に電圧が印加されるとき明状態の表示となり、電圧が印加されるとき暗状態の表示となる(このような、偏光板の配置による表示モードを、ノーマリーホワイトモードと呼ぶ)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】まず、従来におけるTFT-LCDの視角特性について説明する。図14は、従来のノーマリーホワイトモードのTFT液晶表示装置において、液晶表示装置の駆動電圧に対する輝度特性を示している。図14(a)は、液晶表示装置の真正面($\theta = 0^{\circ}$)から見たときの駆動電圧に対する輝度特性を示し、図14(b)は、液晶表示装置の下方向($\theta > 0^{\circ}$ 、主視角方向と呼ぶ)に視点を傾けて見たときの駆動電圧に対する輝度特性を示す。

【0006】ここで下方向とは、図15の下図に示すように、液晶が2枚の透明ガラス基板1a、1bの間に挟持され、基板の垂直方向から見た各基板の液晶分子の配

向方向21a、21bが矢印の方向としたとき、下図をa-a'面で切断して横方向から見た上図(2枚の基板間に電圧が印加され、液晶分子が立ち上がったときのものを示したもの)において、右方向に視点を傾けたときと定義する。また、本発明における視角は、基板の垂線からの視点の傾き角度を示す。

【0007】図14(a)に示すように、従来の液晶表示装置において8階調表示をさせるとき、まず真正面(0°)から見て輝度を8等分割(B1、B2、…、B8)とし、各々の輝度レベルに対して、電圧レベル(V1、V2、…、V8)を設定する。一方、視点を主視角方向に傾けた場合、図14(b)に示すように、輝度-駆動電圧カーブは、 $\theta = 0^\circ$ のときに比べて低駆動電圧側にシフトするとともに、高駆動電圧側に新たなピークが現れる。この状態で各電圧レベルに対する輝度レベル(B1'、B2'、…、B8')を見てみると、B6'とB7'の輝度レベルは、高電圧側に現れた新たなピークによって逆転している。これは階調反転現象と呼ばれ、目視では写真のネガのような画像として見える。さらに、高輝度部分(B1'とB2'間など)では、輝度レベル間の差が大きくなり、一方低輝度部分では輝度レベル間の差が小さくなる。これは目視では、正面から見た画像に比べて非常に暗い画像として見える(黒つぶれ現象と呼ぶ)。以上のように、従来の液晶表示装置では、視点を主視角方向に傾けると、階調表示がかなり悪化するという問題があった。

【0008】本発明は上記問題を解決するもので、アクティブマトリックス型液晶表示装置において、特に主視角方向から観測した階調表示性能を改善することを目的としたものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、ノーマリーホワイトモードの液晶表示装置において、液晶が2枚の基板に挟持され、画素が前記基板の平面上にマトリックス状に配列され、前記画素が複数の副画素で形成され、前記複数の副画素を構成する各々の液晶層に互いに異なる大きさの電圧を印加する手段を有し、前記基板の断面において液晶層中の中間に位置する液晶分子の長軸方向に沿った、前記基板の垂線からの傾き角 $0^\circ \sim 40^\circ$ における輝度-電圧特性が単調減少または、単調増加するように、各副画素の表示面積比、および各副画素の駆動電圧差を最適化することを特徴とするものである。

【0010】

【作用】上記構成により、視点を主視角方向から観測した画素の光量-信号電圧特性を示す図2のように、副画素1は従来と同じ特性であるが、副画素2は、任意の手段を用いて、液晶層に低い電圧が印加されることにより、副画素1に対して任意の電圧だけ高信号電圧(高駆動電圧)側にシフトした特性とする。また各副画素の表

示面積比を任意の値にすることによって、各々の副画素の光量を制御する。そして1つの画素の光量は、この2つの副画素の光量を足し合わせたものである。ここで、各副画素においては、高信号電圧側に階調反転現象の要因となるピークが存在する。しかしながら、これらを足し合わせた1画素の特性は、各々の副画素のピークが互いに打ち消し合うため、たとえば単調減少する滑らかなカーブとなる。これによって、従来観測された階調反転現象はなくなる。また、1画素の光量-信号電圧カーブは、従来に比べて傾きが緩くなる。先に述べたように、視点を主視角方向に傾けることによって、光量-信号電圧カーブは低信号電圧(低駆動電圧)側へシフトする。この電圧のシフト量は従来の構成と変わらないため、階調表示させた場合において、本発明の各レベル間の光量差は、従来の構成の各レベルの光量の差に比べて均一になる。これによって、従来観測された黒つぶれ現象は緩和される。以上のように本発明においては、主視角方向の視角において、従来に比べてかなり表示性能が改善される。

【0011】ところで、特開平2-12号公報に記載のものは、視角に依存しない白と黒のレベルを利用して、画素を構成する複数の副画素を白と黒の2つのレベルで駆動し、白または黒表示を行う副画素の数によって、視角に依存しない階調表示(グレーレベルの表示)を行うものである。一方、本発明のものは、画素を構成する2つ以上の副画素を、適当な駆動電圧差、表示面積比に設定することによって、主に下視角方向の光強度-信号電圧特性を改善し階調表示性能を向上させるものであって、上記公報の構成とは異なるものである。

【0012】

【実施例】第1の実施例を図1~5とともに説明する。図1は、第1の実施例において正面から観測したTFT液晶表示装置の各画素の光量-信号電圧特性である。図2は、下視角 $\theta = 40^\circ$ から観測したTFT液晶表示装置の各画素の光量-信号電圧特性である。図3(a)は、TFT液晶表示装置の平面構成図、図3(b)は、図3(a)において、a-a'で切断し横方向からみた断面構成図、図4は、同TFT液晶表示装置の1画素の等価回路図である。図5は、下視角 $\theta = 0 \sim 60^\circ$ の範囲で観測したTFT液晶表示装置の光量-信号電圧特性で、図5(a)は、本実施例の特性、図5(b)は従来のTFT液晶表示装置の特性である。

【0013】まず図3、図4を参照させながらこのTFT液晶表示装置の作製工程を説明する。まず、透明ガラス基板1a上に、副画素12a、12bの液晶を駆動する透明電極2a、2bを形成する。次に、絶縁膜としてシリコン酸化膜3を堆積させる。そして、クロムなどの金属でTFTのゲート電極4を形成する。そして、TFT15のゲート絶縁膜として動くシリコン窒化膜5をその上に堆積させる。次に、TFT15を構成する半導体

層6を形成する。半導体層6は、ゲート電極4に印加される電圧によってその抵抗値が変化し、スイッチ素子としての機能を与える。次に、透明電極2aの上のシリコン酸化膜3とシリコン窒化膜5の絶縁膜層にコンタクトホール7a、7bを開け、透明電極2aの一部を露出させる。次に、アルミニウムなどの金属を用いて、ソース電極8a、ドレイン電極8b、付加容量および制御容量電極8dを同時に形成する。このとき、透明電極2a上のドレイン電極8bは、透明電極2aの上に開けたコンタクトホール7aを介して、ドレイン電極8bと透明電極2aが接続するように形成する。また、透明電極2a上の付加容量および制御容量電極8dは、透明電極2aの上に開けたコンタクトホール7bを介して、付加容量および制御容量電極8dと透明電極2aが接続するように形成する。付加容量および制御電極8dと、透明電極2bとの間で、制御容量13が形成され、この制御容量13は副画素12bと直列に接続された構成となる。また、付加容量および制御容量電極8dと前段のゲート電極4'との間で、付加容量14が形成され、この付加容量14は副画素12a、および副画素12bと並列に配置された構成となる。以上の工程によって、TFTアレイ基板が完了する。その後本基板を、一部にブラックストライプ9が形成されかつ透明電極10が一面に堆積されたもう一つの基板1bと、約5μmのギャップを形成して張り合わせ、間に液晶10を注入する。そして、2枚の基板の各々外側に、2枚の偏光板の偏光軸の成す角が90度となるように、偏光板を配置する。

【0014】本実施例においては、図4の等価回路に示すように、副画素12aには、TFT15から供給されるソース電極からの信号電圧(Vs)がそのまま液晶層に供給される。一方、副画素12bは、付加容量および制御容量電極8dと透明電極2bの間で形成された制御容量13(Cc)が、画素容量12b(C1c2)と直列に接続された構成となるため、TFT15から供給された信号電圧(Vs)は、制御容量13と画素容量12bに分割され、画素12bには画素12aに比較して低い電圧が印加される。これを式で表すと、

$$V1c1 = Vs$$

$$V1c2 = Vs \times (Cc / (C1c2 + Cc))$$

となり、その結果、

$$V1c2 < V1c1$$

となる。したがって、低いV1c2の電圧が印加される副画素2の光量-信号電圧特性が高信号電圧側にシフトする。

【0015】ここで、Ccは、Cc:C1c2(V50)の比が、9:5となるように設定した。この液晶容量C1c2は、印加電圧値、つまり液晶分子の配列の方向によってその容量値が変化する。ここでC1c2(V50)は、副画素12bからの光量が、電圧無印加時の最大光量(液晶分子は基板にほぼ並行に配列)に対し

て、50%となるときの容量値である。その結果、図1で示される正面方向から観測した光量-信号電圧特性において、副画素1の光量-信号電圧の傾きγ、副画素1と副画素2の駆動電圧差ΔVは以下のように設定された。

$$[0016] \gamma = V10 - V90 = 1.3V$$

$$\Delta V = V50' - V50 = 1.0V$$

$$\gamma - \Delta V = 0.3V$$

ここで、V10、V50、およびV90は、副画素1の正面の光量-信号電圧特性において、電圧無印加時の最大光量に対して10%、50%および90%となる信号電圧、同様にV50'は、副画素2の正面の光量-信号電圧特性において、電圧無印加時の最大光量に対して50%となる信号電圧である。

【0017】また、図3(a)で示す副画素1と副画素2の各々の表示面積20a、20bの比率は、7:3とした。その結果、図2の下視角θ=40°の光量-信号電圧特性に示すように、副画素1と副画素2を合わせた1画素の光量-信号電圧特性は、単調減少した滑らかな特性が得られる。また図5に示すように、図5(b)の従来のTFT液晶表示装置の特性において、下視角0~60°の範囲で観測された階調反転現象は、本実施例を行うことによって、図5(a)に示すように全ての角度において解消されていることがわかる。

【0018】なお、本γ-ΔVは、-0.2V<γ-ΔV<0.8V、また、副画素1と副画素2の表示面積の比率は、8:2から6:4の範囲においても、1画素の光量-信号電圧特性は、同様に単調減少した滑らかな特性が得られる。

【0019】以上の構成にすることによって、従来観測された階調反転現象は解消される。また、1画素の光量-信号電圧カーブは、従来に比べて傾きが緩くなる。先に述べたように、階調表示させた場合において、主視角方向の視角における各階調レベル間の光量差は、従来に比べて均一になる。これによって、従来観測された黒つぶれ現象は緩和される。以上本実施例を行うことによって、主視角方向の視角において、従来に比べてかなり表示性能が改善される。

【0020】次に、第2の実施例を図6~10とともに説明する。図6は、第2の実施例の正面から観測したTFT液晶表示装置の各画素の光量-信号電圧特性である。図7は、θ=40°から観測した光量-信号電圧特性である。図8は、TFT液晶表示装置の平面構成図、図9は、同TFT液晶表示装置の1画素の等価回路図である。図10は、本TFT液晶表示装置を駆動する信号波形図を示す。

【0021】まず図8、図9を参照させながらこのTFT液晶表示装置の構成を説明する。作製工程は、第1の実施例と同じである。第2の実施例においては、1つの画素に2つのTFT15a、15bが形成されている。

そして、各々のTFT15a、15bに接続した副画素12a、12bが形成されている。そしてさらに、各々の副画素12a、12bに各々付加容量14a、14bが形成されている。付加容量14a、14bは、付加容量電極8c、8c'と前段のゲート電極4'との間で形成される。

【0022】次に、本TFT液晶表示装置の駆動方法を図10とともに説明する。ここで、V(Gn)は、ゲート電極4に供給される信号、V(Gn-1)は、前段のゲート電極4'に供給される信号、V(S)は、ソース電極8aに供給される信号、V(1c)は、各副画素に印加される信号波形を示す。TFT15a、15bはスイッチ素子として働き、ゲート電極4のT2の期間に供給されたパルス信号V(Gn)によって、このゲート電極上のTFT15a、15bはオン状態となる。そし *

$$V_{1c1} = V_s + (C_{st1}/C_{total1}) \times V_{ge}$$

$$C_{total1} = C_{st1} + C_{1c1} + C_{gd1}$$

$$V_{1c2} = V_s + (C_{st2}/C_{total2}) \times V_{ge}$$

$$C_{total2} = C_{st2} + C_{1c2} + C_{gd2}$$

ここでは、 $V_{ge} = 12V$ 、 $(C_{st1}/C_{total1}) = 0.53$ 、 $(C_{st2}/C_{total2}) = 0.29$ に設定した。その結果、図6で示される正面から観測した副画素1の光量-信号電圧の傾き γ 、副画素1と副画素2の駆動電圧差 ΔV は以下のように設定された。

$$【0024】 \gamma = V_{10} - V_{90} = 1.7V$$

$$\Delta V = V_{50'} - V_{50} = 1.5V$$

$$\gamma - \Delta V = 0.2V$$

また、図8で示す副画素1と副画素2の各々の表示面積20a、20bの比率は、8:2とした。

【0025】なお、本 $\gamma - \Delta V$ は、 $-0.4V < \gamma - \Delta V < 0.6V$ 、また、表示面積20a、20bの比率は、9:1から7:3の範囲においても、1画素の光量-信号電圧特性は、同様に単調減少した滑らかな特性が得られる。

【0026】以上の構成にすることによって、従来観測された階調反転現象はなくなる。また、1画素の光量-信号電圧カーブは、従来に比べて傾きが緩くなる。先に述べたように、階調表示させた場合において、各レベル間の光量差は、従来の構成の各レベルの光量の差に比べて均一になる。これによって、従来観測された黒つぶれ現象は緩和される。以上本実施例を行うことによって、主視角方向の視角において、従来に比べてかなり表示性能が改善される。

【0027】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、画素を構成する2つ以上の副画素を適当な駆動電圧差、表示面積比に設定することによって、主視角方向の視角において、光強度-信号電圧特性は改善され、従来に比べてかなり表示性能を向上でき、従来観測された階調反転現象はなくなる。また、1画素の光量-信号電圧カーブは、

*て、ソース電極8aに供給された信号V(S)が、このオン状態となったTFT15a、15bを介して、画素12a、12bに各々同様に供給される。次に、T3の期間の終わりにおいて、前段のゲート電極4'に供給された信号V(Gn-1)の変調信号によってV(1c)は変化する。そして、この変化量は、各副画素の付加容量 C_{st1} 、 C_{st2} 、液晶容量 C_{1c1} 、 C_{1c2} 、ゲート-ドレイン間容量 C_{gd1} 、 C_{gd2} の大きさに依存する。副画素1と2でこれらのいずれかの値を変化させることによって、各副画素の液晶に印加される電圧値を V_{1c1} と V_{1c2} のように変化させることができる。各副画素に印加される電圧 V_{1c1} 、 V_{1c2} は、以下の式で表せる。

【0023】

従来に比べて傾きが緩くなり、階調表示させた場合において、各レベル間の光量差は、従来の構成の各レベルの光量の差に比べて均一になる。これによって、従来観測された黒つぶれ現象は緩和される。また本発明の液晶表示装置は、従来のほとんど同じ方法で作製することが可能であり、本液晶表示装置を実現するために、コストの増加はほとんどない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例で、正面から観測したTFT液晶表示装置の各画素からの光量-信号電圧特性図

【図2】本発明の第1の実施例で、下視角 $\theta = 40^\circ$ から観測したTFT液晶表示装置の各画素の光量-信号電圧特性図

【図3】本発明の第1の実施例で、(a)は、TFT液晶表示装置の平面構成図、(b)は、(a)において、 $a-a'$ で切断し横方向からみた断面構成図

【図4】本発明の第1の実施例で、TFT液晶表示装置の1画素の等価回路図

【図5】下視角 $\theta = 0 \sim 60^\circ$ の範囲で観測した光量-信号電圧特性(縦軸のスケールを拡大し、階調反転部を拡大したもの)で、(a)は、本発明の第1の実施例、(b)は、従来のTFT液晶表示装置の特性図

【図6】本発明の第2の実施例で、正面から観測したTFT液晶表示装置の各画素の光量-信号電圧特性図

【図7】本発明の第2の実施例で、下視角 $\theta = 40^\circ$ から観測したTFT液晶表示装置の各画素の光量-信号電圧特性図

【図8】本発明の第2の実施例で、TFT液晶表示装置の平面構成図

【図9】本発明の第2の実施例で、TFT液晶表示装置の1画素の等価回路図

【図10】本発明の第2の実施例で、TFT液晶表示装置を駆動する各信号波形図

【図11】従来例で、(a)は、TFT液晶表示装置の平面構成図、(b)は、(a)において、a-a'、およびb-b'で切断し横方向からみた断面構成図

【図12】本発明の第2の実施例で、TFT液晶表示装置の1画素の等価回路図

【図13】従来例で、TFT液晶表示装置を駆動する各信号波形図

【図14】従来例で、 $\theta = 0^\circ$ 、 $\theta > 0^\circ$ の各角度で観察したところの液晶表示装置の輝度-駆動電圧特性の模式図

【図15】液晶表示装置の視角特性を測定するときの視点を示す模式図

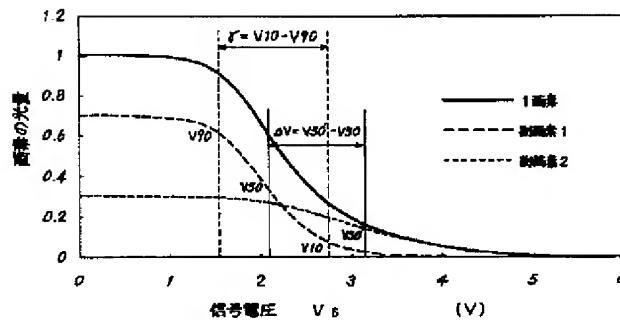
【符号の説明】

1 a、1 b ガラス基板
2 a、2 b 透明電極
3 シリコン酸化膜

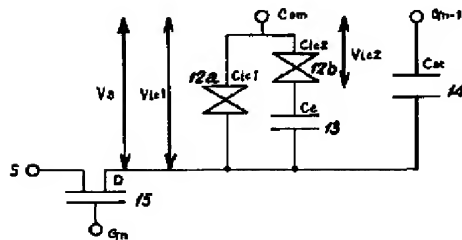
* 4、4' ゲート電極
5 シリコン窒化膜
6 半導体膜
7 a、7 b コンタクトホール
8 a ソース電極
8 b、8 b' ドレイン電極
8 c、8 c' 付加容量電極
8 d 付加容量および制御容量電極
9 ブラックマトリクス
10 透明電極
11 液晶
12 a、12 b 画素（または、画素容量）
13 制御容量
14、14 a、14 b 付加容量
15、15 a、15 b 薄膜トランジスタ（TFT）
20 a 副画素1の表示部
20 b 副画素2の表示部
21 a、21 b 液晶分子の配向処理の方向

【図1】

画素の光量-信号電圧特性 ($\theta = 0^\circ$)

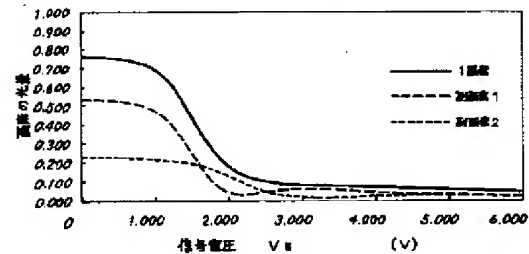


【図4】

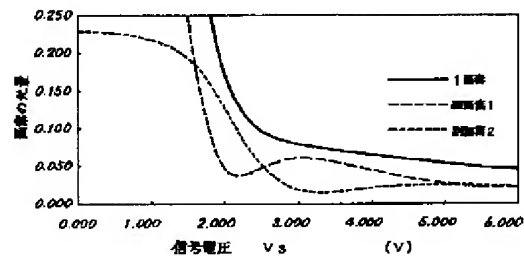


【図2】

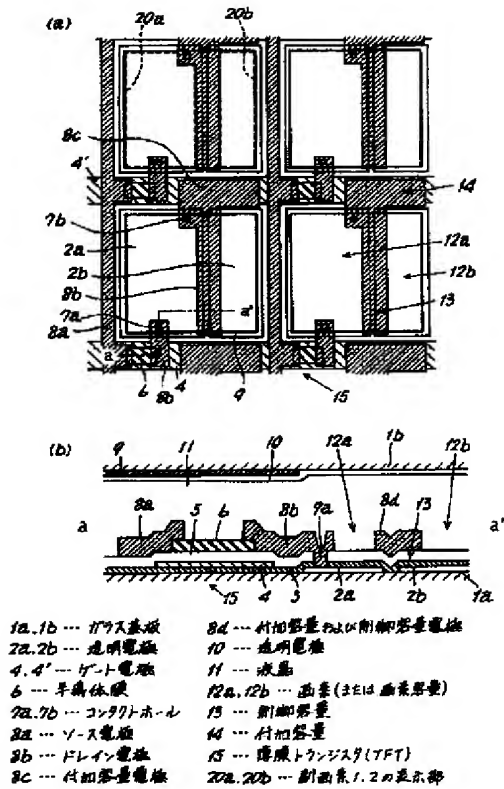
(a) 画素の光量-信号電圧特性 ($\theta = 40^\circ$)



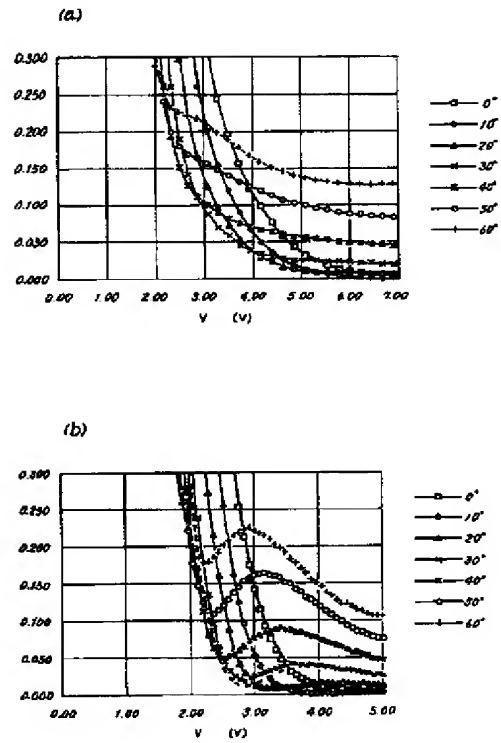
(b) 画素の光量-信号電圧特性 ($\theta = 40^\circ$)



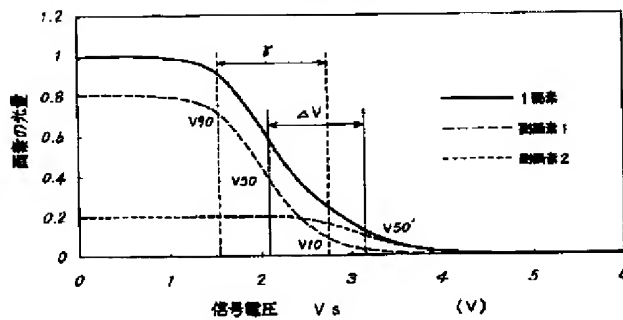
【図3】



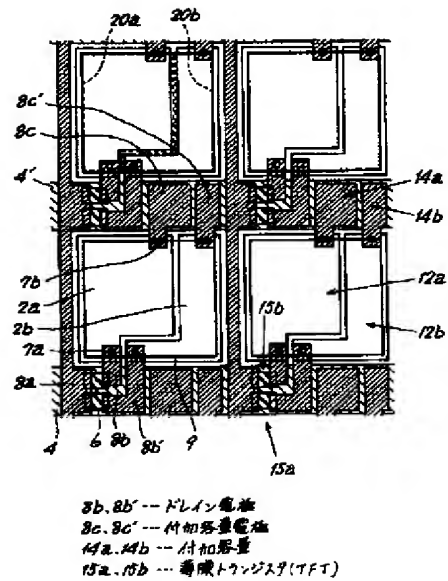
【図5】



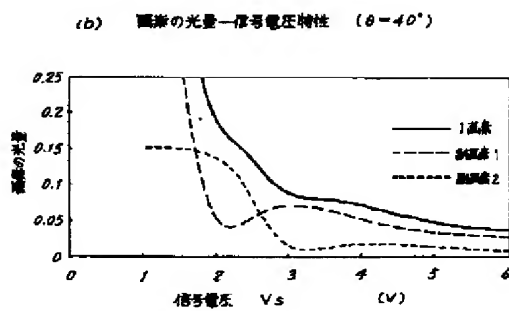
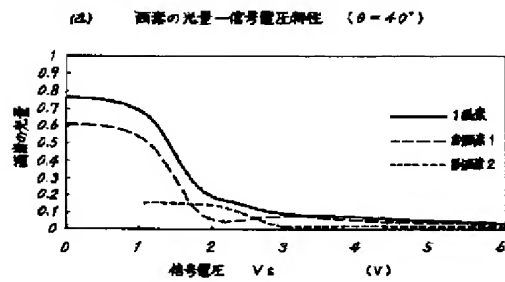
【図6】

画素の光量-信号電圧特性 ($\theta = 0^\circ$)

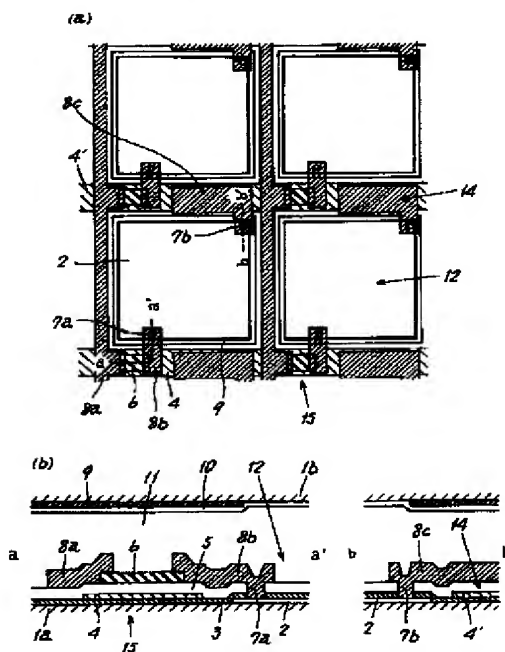
【図8】



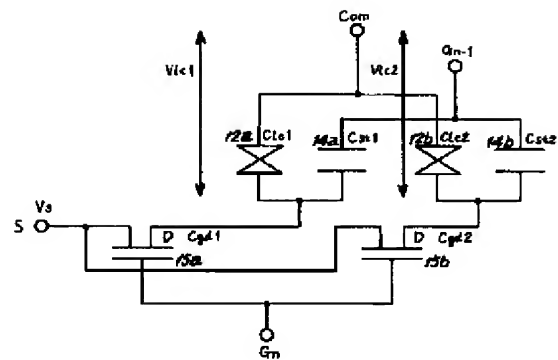
【図7】



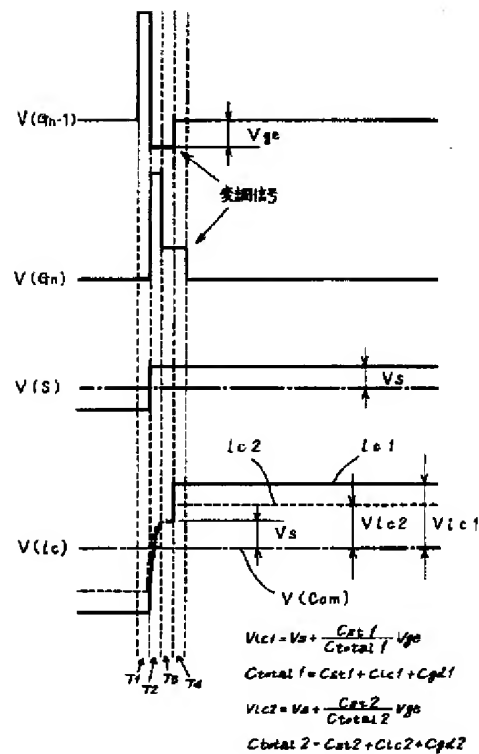
【図11】



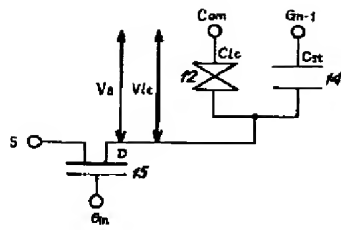
【図9】



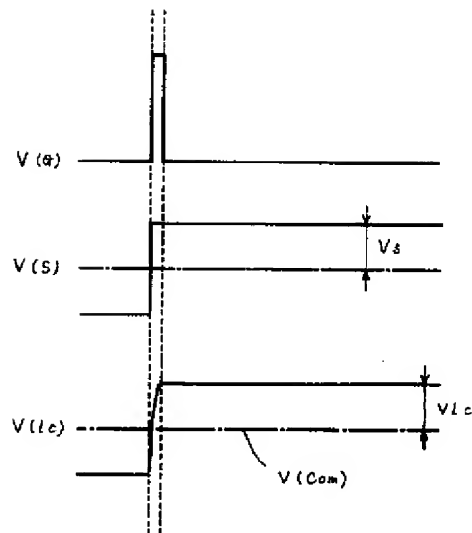
【図10】



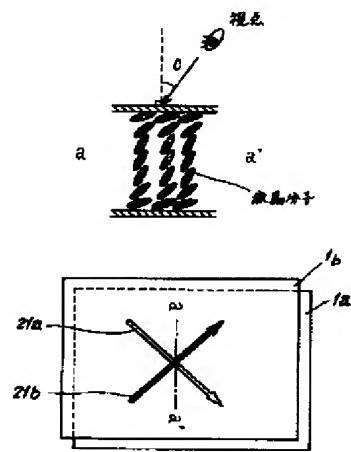
【図12】



【図13】



【図15】



【図14】

